

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 09-325007

(43)Date of publication of application : 16.12.1997

(51)Int.Cl. G01B 11/00  
G01B 11/26  
G06T 7/00

(21)Application number : 08-143980

(71)Applicant : NIPPON TELEGR & TELEPH  
CORP <NTT>

(22)Date of filing : 06.06.1996

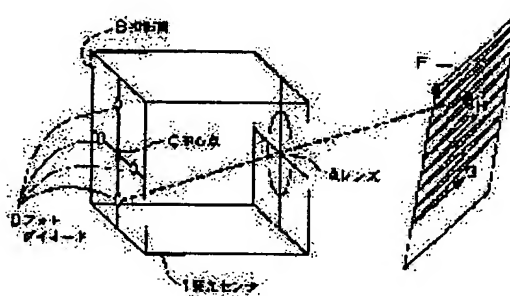
(72)Inventor : KATOU KOUICHI  
SAKAI HIROSHI  
KANAMARU NAOYOSHI

## (54) THREE-DIMENSIONAL POSITION AND POSTURE MEASURING APPARATUS

## (57)Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To provide a three-dimensional position and posture measuring apparatus by which a three-dimensional measurement can be performed stably and at very low costs without being affected by a magnetic field, the temperature of a room and the like.

**SOLUTION:** A light receiving sensor 1 in which four photodiodes D are arranged in positions at equal distances on straight lines at right angles in the central point C of a projection face B, an existing display device and the like are used as an input device. Thereby, an apparatus which is low-cost and which does not require an installation space so much is obtained. In addition, the three-dimensional position and the posture of the light receiving sensor 1 are derived by a geometrical calculation so as to be measured in such a way that observation information on four end points of two line segments by the light receiving sensor 1 is used and that corresponding points, on the display face F of the display device, which correspond to the four end points are found. When such an optical feature is used, the three-dimensional position and the posture can be measured without being affected by an environmental change.



BEST AVAILABLE COPY

## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision  
of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's  
decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2000 Japanese Patent Office

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平 9 - 3 2 5 0 0 7

(43) 公開日 平成9年(1997)12月16日

(51) Int. Cl. <sup>9</sup>	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
G 0 1 B	11/00		G 0 1 B	11/00 A
	11/26			11/26 Z
G 0 6 T	7/00		G 0 6 F	15/62 4 1 5

審査請求 未請求 請求項の数 6

O L

(全 5 頁)

(21) 出願番号 特願平8-143980

(22) 出願日 平成8年(1996)6月6日

(71) 出願人 000004226

日本電信電話株式会社

東京都新宿区西新宿三丁目19番2号

(72) 発明者 加藤 晃市

東京都新宿区西新宿三丁目19番2号

日本電信電話株式会社内

(72) 発明者 酒井 洋

東京都新宿区西新宿三丁目19番2号

日本電信電話株式会社内

(72) 発明者 金丸 直義

東京都新宿区西新宿三丁目19番2号

日本電信電話株式会社内

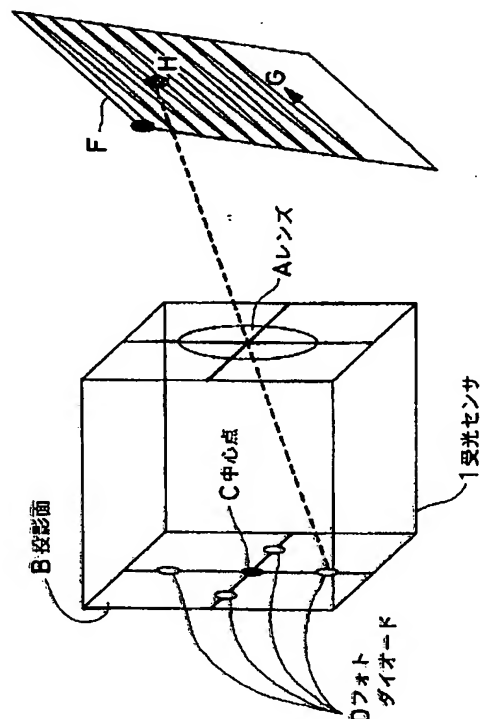
(74) 代理人 弁理士 志賀 富士弥

(54) 【発明の名称】 3次元位置・姿勢計測装置

(57) 【要約】

【課題】 磁界や室温などの影響を受けずに安定して、しかも非常に安価に3次元計測を行うことができる3次元位置・姿勢計測装置を提供する。

【解決手段】 入力装置として投影面Bの中心点Cで直交する直線上の等距離の位置に4個のフォトダイオードDを配置した受光センサ1、および既存のディスプレイ装置等を用いることにより、安価に、かつ設置スペースをあまり必要としない装置とする。また、受光センサ1の3次元位置および姿勢は、受光センサ1による2つの線分の4端点の観測情報を用い、この4端点に対応するディスプレイ装置の表示面F上の対応点を求めて、幾何学計算で導出することで計測する。このような光学的特徴を利用することにより、環境変動の影響を受けない、3次元位置および姿勢の計測を可能にする。



## 【特許請求の範囲】

【請求項 1】 ディスプレイ装置に対する受光センサの 3 次元位置と姿勢を計測する 3 次元位置・姿勢計測装置であって、

前記受光センサ内の投影面上に 4 個の受光素子を設置し、

一定周期で走査する前記ディスプレイ装置表示面上のビームが前記各受光素子を通過する時刻に基づき、前記各受光素子に対応した該通過する時のビームのディスプレイ装置表示面上の 2 次元座標値を求める手段と、

該 2 次元座標値に基づき前記受光センサの前記ディスプレイ装置表示面を基準とした 3 次元位置と姿勢を求める手段と、を有する、

ことを特徴とする 3 次元位置・姿勢計測装置。

【請求項 2】 受光センサが、指先または身体の一部への装着手段あるいは手または身体の一部で把持可能とする手段を有する、

ことを特徴とする請求項 1 記載の 3 次元位置・姿勢計測装置。

【請求項 3】 受光センサ内の 4 個の受光素子は、投影面の中心点から直交した直線上の等距離の位置に設置した、

ことを特徴とする請求項 1 記載の 3 次元位置・姿勢計測装置。

【請求項 4】 4 個の受光素子に代えて、1 個の受光素子を配置するとともに、該受光素子の手前に 4 個のピンホールを配置し、

2 次元座標値を求める手段が、一定周期で走査するディスプレイ装置表示面上のビームが前記各ピンホールを通過する時刻に基づき、前記各ピンホールに対応した該通過する時のビームのディスプレイ装置表示面上の 2 次元座標値を求めるものである、

ことを特徴とする請求項 1 または 3 に記載の 3 次元位置・姿勢計測装置。

【請求項 5】 ディスプレイ装置が、ラスタスキャン方式ディスプレイ装置であり、

2 次元座標値を求める手段が、一定周期で走査する前記ディスプレイ装置表示面上のビームが 4 個の受光素子または 4 個のピンホールを通過する時のディスプレイ装置表示面上の位置をディスプレイ装置のスクリーン信号検出時間により求めるものである、

ことを特徴とする請求項 1 または 3 または 4 に記載の 3 次元位置・姿勢計測装置。

【請求項 6】 振動による外乱影響を回避する手段を有する、

ことを特徴とする請求項 1 記載の 3 次元位置・姿勢計測装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、計算機等に 3 次元

位置および姿勢を入力する時、必要となる 3 次元位置・姿勢計測装置に関するものである。

## 【0002】

【従来の技術】 機械部品設計あるいは建築設計に利用される CAD システムや作業用マニピュレータシステムの操作、教示等では、3 次元的な位置姿勢を入力するインタフェースが必要とされる。また、VR（バーチャル・リアリティ）、家庭用ゲーム機の方野においても、3 次元入力デバイスの需要が顕在化しつつある。

【0003】 現在、CAD システム等に利用されるインタフェースはマウス、タブレット等で 2 次元的に操作するものが主流であり、3 次元的操作を行うものは少ない。3 次元デバイスを入力する装置としては、磁場計測方式、音響方式、マニピュレータ方式等のものが発売されているが、外乱の影響を著しく受けるものが多く、またほとんどがパーソナルユースに購入可能な価格ではない。

## 【0004】

【発明が解決しようとする課題】 上記従来から市販されている 3 次元入力装置として、磁場計測方式の装置は、空間中の磁場変動を計測するため、金属部品、電子機器、地磁気などの影響を受ける。また、音響方式の装置は、音波の位相あるいは到達時間を計測するため、室内の気圧、温度の影響を受ける。また、両方式とも、発生装置および検波装置の組みを必要とするため、大がかりな設置スペースを要求する。さらにマニピュレータ方式の装置は、複数の可動部を要するため、頻繁な使用にはメンテナンス問題、精度補償問題などが起こる。

【0005】 本発明は、磁界や室温などの影響を受けずに安定して、しかも非常に安価に 3 次元計測を行うことができる 3 次元位置・姿勢計測装置を提供することを目的とする。

## 【0006】

【課題を解決するための手段】 上記の目的を達成するため、本発明は、ディスプレイ装置に対する受光センサの 3 次元位置と姿勢を計測する 3 次元位置・姿勢計測装置であって、前記受光センサ内の投影面上に 4 個の受光素子を設置し、一定周期で走査する前記ディスプレイ装置表示面上のビームが前記各受光素子を通過する時刻に基づき、前記各受光素子に対応した該通過する時のビームのディスプレイ装置表示面上の 2 次元座標値を求める手段と、該 2 次元座標値に基づき前記受光センサの前記ディスプレイ装置表示面を基準とした 3 次元位置と姿勢を求める手段と、を有することを特徴とする。

【0007】 また、前記受光センサは、指先または身体の一部への装着手段あるいは手または身体の一部で把持可能とする手段を有するのが、計算機等へ 3 次元位置・姿勢を入力する場合に好適である。

【0008】 また、前記受光センサ内の 4 個の受光素子は、投影面の中心点から直交した直線上の等距離の位置

に設置した、ことを特徴とする。

【0009】また、前記4個の受光素子に代えて、1個の受光素子を配置するとともに、該受光素子の手前に4個のピンホールを配置し、2次元座標値を求める手段が、一定周期で走査するディスプレイ装置表示面上のビームが前記各ピンホールを通過する時刻に基づき、前記各ピンホールに対応した該通過する時のビームのディスプレイ装置表示面上の2次元座標値を求めるものである、としてもよい。

【0010】また、ディスプレイ装置が、ラスタスキャン方式ディスプレイ装置であり、2次元座標値を求める手段が、一定周期で走査する前記ディスプレイ装置表示面上のビームが4個の受光素子または4個のピンホールを通過する時のディスプレイ装置表示面上の位置をディスプレイ装置のスクラン信号検出時間により求めるものである、ことを特徴とする。

【0011】さらに、振動等による外乱影響を回避する手段を有するのが、安定した計測を行う点で好適である。

【0012】本発明では、入力装置として4個の受光素子または1個の受光素子と4個のピンホールからなる受光センサ、および既存のディスプレイ装置等を用いることにより、安価に、かつ設置スペースをあまり必要としない、計算機等への3次元位置・姿勢の入力手段を提供する。また、受光センサの3次元位置および姿勢は、受光センサによる2つの線分の4端点の観測情報を用い、この4端点に対応するディスプレイ装置上の対応点を求めて、幾何学計算で導出することで計測するという光学的特徴を利用することにより、従来手法に見られた環境変動の影響を受けない3次元位置および姿勢の入力手段を提供する。また、ディスプレイ装置表示面で走査されるビームのスポットを受光センサで感知した観測情報を用いることで、照明変動による計算誤差をも低減している。

【0013】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施形態例を、図を用いて詳細に説明する。

【0014】図1に本発明の一実施形態例の概略図を示す。本実施形態例では、計算機に、3次元の位置および姿勢情報を入力することを目的とした3次元ポインターを例として述べる。

【0015】図1中、1は受光センサ、10はラスタスキャン方式ディスプレイ（以下、ディスプレイと略記する）、13は3次元位置出力装置である。

【0016】本発明の基本原理は、ディスプレイ10の表示面上に描画された図形等を、受光センサ1で観測し、その観測情報および描画情報を3次元位置出力装置13で処理し、受光センサ1の位置および姿勢を出力する。本実施形態例では、受光センサ1を複数のフォトダイオードを組み合わせた装置とし、ディスプレイ10を

ラスタスキャン方式ディスプレイとしている。

【0017】受光センサ1の概略図を図2に示す。図2中、Aはレンズ、BはレンズAを通過した光の投影面、Cはレンズ光軸と投影面Bが交わる中心点、Dはフォトダイオード、Fはラスタスキャン方式ディスプレイの表示面である。フォトダイオードDは、投影面Bの中心点Cから十字方向の位置に4個設置されている。表示面Fは、一定周期で電子ビームの照射を受けており、矢印Gのように高輝度スポットが高速移動することになる。

【0018】ここで、任意のダイオードDとレンズAの中心を結ぶ直線と表示面Fの交点（例えばH）上を高輝度スポットが通過した時、フォトダイオードDの出力は、図3に示すようなピークを持つ。このピークの発生した時間とディスプレイの表示面Fの垂直表示開始時間のタイムラグを求めることで、画面上のどこが交点であったかを計測することができる。この計測は、3次元位置出力装置13でなされる。

【0019】図4は、3次元位置出力装置13の構成を示す図である。カウンタ8はパルス発生器9の信号を計数し、ディスプレイ10の垂直描画開始信号をリセット信号として自動カウントを行う。出力は、ANDゲート4a～4dに送られる。ディスプレイ10に向けられたフォトダイオードを含む受光部1a～1dの電圧変化は、増幅器2a～2dによって増幅され、その変化の最大をピーク検出器3a～3dで検出する。ピーク検出器3a～3dは、しきい値設定部11で定めた値を越えると出力側よりローレベル信号を出力し、ディスプレイ10の垂直描画開始信号を受けてハイレベル信号を出力する。ANDゲート4a～4dはピーク検出器3a～3dの信号を受け不能動化あるいは能動化する。したがって、カウンタ8は、ディスプレイ10の垂直描画が開始されてから受光部1aから1dが反応を受けるまでの時間を2次元位置換算回路5の入力に個別に送ることができる。2次元位置換算回路5は、相関値設定部7で定めた値に従い、カウンタ8の値をディスプレイ上での2次元座標に変換する。3次元位置姿勢演算回路6は、2次元位置換算回路5により出力される座標値の組を用いて、文献「加藤晃市他“能動的図形更新によるカメラキャリブレーション”電子情報通信学会、信学技報、PRU94-112（1995-01）、39～46頁」や特平願6-60658号に示されているような演算手法で受光センサ1の3次元位置および姿勢を計算し出力する。図中、12は、手ぶれ等の振動影響を軽減するための回路であり、以下の原理で動作する。まず、キャリブレーションモードにおいて、装置側から人間に対し受光センサ1の移動および停止さらに回転および停止を指示し、その際に発生した移動、停止時のノイズ的な微小位置変動距離および回転を閾値として設定する。次に、実際の計測に際し、この閾値を越えて受光センサ1の移動および回転が発生した場合のみその計測結果を出力し、

閾値以下の場合は手振れ等による振動と判断して前の計測結果を保持して出力する。

【0020】このような構成の3次元位置出力装置13の3次元位置姿勢演算回路6による、受光センサの位置姿勢計測の具体的な動作は、次のとおりである。ピーク検出器3a~3dにより、4a~4dのANDゲートが能動化され、カウンタ8の値が2次元位置換算回路5に送られる。この時、カウンタ8の値は各受光部1a~1dの延長線上をスポット光が通過した時間を示している。ここで、カウンタ8の値をディスプレイ10の水平同期時間で割った時の、商がY座標値、余りがX座標値となる。上記の計測を、図2中の受光センサの投影面Bの中心点Cから等距離になる4個のフォトダイオードDで行えば、受光センサ1上で見かけの角度で垂直に交わる線分の端点の組が得られる。この座標データに対して、例えば上記文献等による演算方法を使えば、ディスプレイ表示面Fを基準として受光センサ1の3次元位置および姿勢を幾何学計算によって導出し計測することが可能である。

【0021】ここで、上記文献等の演算方法の原理を簡単に説明する。受光センサ1上で見かけの角度で垂直に等間隔に交わる線分の端点の組は、ディスプレイ表示面上では、角度 $\theta$ で交わる線分の端点の組であり、これらのディスプレイ表示面上の端点は受光センサの3次元空間上の位置を頂点とする円錐の断面上の点である。なお、等間隔でない場合は、楕円錐の断面上の点である。この円錐の頂点とディスプレイ表示面上の線分の交点を結ぶ直線はこの円錐の軸であり、この軸を含む円錐の断面は3角形となり、その軸は頂角の2等分線である。従って、この頂角を挟む2辺の比はディスプレイ表示面上の交点での線分の比となる。この条件から受光センサの位置の存在範囲を求めると、ディスプレイ表示面上の上記2つの線分の延長上にそれぞれ中心をもつ2つの球の交わる円上に拘束される。一方、2直線が直交するように観測される受光センサの位置は、ディスプレイ表示面上の上記線分の交点を頂点とした $\cos(\sin^{-1}(\tan(\theta/2))) : 1$ である楕円を底面とする楕円錐の表面上にある。この楕円錐の表面と前述した円は2点で交わり、この内ディスプレイ表示面方向に位置する点が受光センサの位置である。以上のように、ディスプレイ

表示面上の対応点の位置情報から、ディスプレイ表示面に対する受光センサの位置が幾何学的に計算可能である。

【0022】なお、上記の実施例では4端点を4個の受光部で検出する例を示したが、受光部は1個として、レンズ面に、あるいはレンズに代えて4つのピンホールを設け、各ピンホールと受光部を結ぶ直線上をディスプレイ装置表示面上のビームが通過するのを観測して4端点を検出するようにすることができる。

#### 【0023】

【発明の効果】本発明によれば、光学的に受光センサの位置姿勢情報が得られるため、磁界や室温などの影響を受けずに安定して3次元計測を行うことができる。また、コンピュータなどへの3次元入力を想定した場合、受光センサ以外は既存の装置を利用して構築することが可能であるため、非常に安価で提供することができる。

#### 【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の一実施形態例を示す概略図である。

【図2】上記実施形態例における受光センサの概略構成を示す図である。

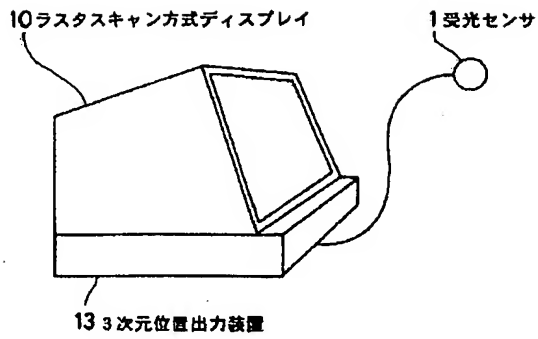
【図3】上記受光センサを構成するフォトダイオードの電圧変化を示す図である。

【図4】上記実施形態例の3次元位置・姿勢計測装置のブロック構成図である。

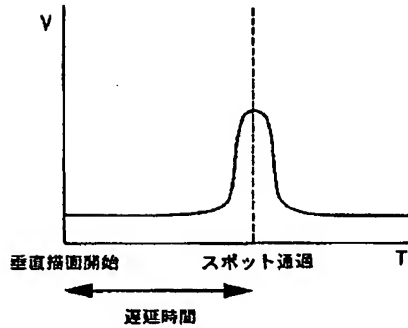
#### 【符号の説明】

- 1…受光センサ
- 1a~1d…受光部
- 2a~2d…増幅器
- 3a~3d…ピーク検出器
- 4a~4d…ANDゲート
- 5…2次元位置換算回路
- 6…3次元位置姿勢演算回路
- 7…相関値設定部
- 8…カウンタ
- 9…パルス発生器
- 10…ディスプレイ
- 11…しきい値設定部
- 12…外乱変動制御部
- 13…3次元位置出力装置

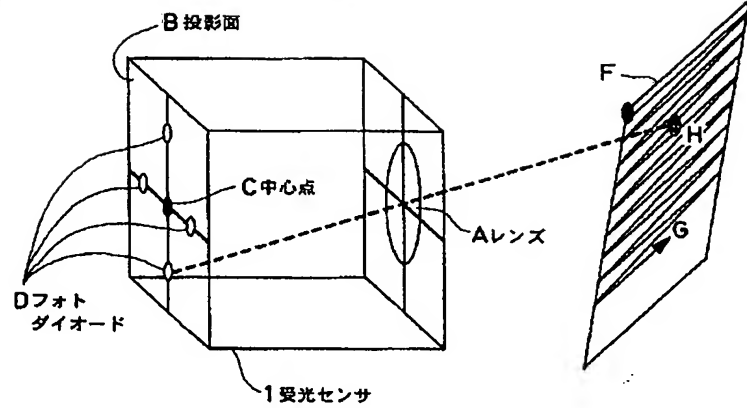
【図 1】



【図 3】



【図 2】



【図 4】

